

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

Katedra mechanické technologie – 345

Studie materiálových toků ve strojírenském podniku
Study of Material Flows in Engineering Company

Student:

Vedoucí diplomové práce:

Bc. Vojtěch Janoš

Ing. Vladimíra Schindlerová

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Vojtěch Janoš**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 10 Technologický management
Téma: **Studie materiálových toků ve strojírenském podniku**
Study of Material Flows in Engineering Company

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska zadané problematiky.
2. Analýza a rozbor stávajících materiálových toků v podniku.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků s ohledem na řešenou oblast.
4. Návrhy řešení a jejich rozpracování v oblasti logistiky, umístění a skladování.
5. Zhodnocení navrženého řešení a přínos práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd.2. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
MUTHER, R., HAGANĀS, K. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. Vyd. 1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1973. 129 s.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. Vyd. 3. Brno : CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
TUČEK, D., BOBÁK R. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

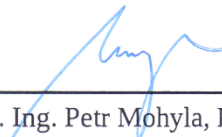
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**


Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015





doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě15. 5. 2015.....

.....
podpis studenta

Prohlašuji že,

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB - TUO“) má právo na nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že Diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách (ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:15.5.2015.....

.....
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Vojtěch Janoš

Adresa trvalého pobytu autora práce: Opavská 335
747 19 Bohuslavice
Česká Republika

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Janoš, V. *Studie materiálových toků ve strojírenském podniku : Diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, 47 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Tato diplomová práce má za cíl odhalit úzká místa ve výrobním procesu a následně se pokusit tyto místa odstranit pomocí metod využívaných v projektování výrobních procesů, tak aby se zvýšila efektivita výrobního procesu, a odstranila se nadbytečné manipulace jeřábovou dopravou. Část práce se zabývá teoretickými podklady z literárních zdrojů, které jsou spojovány s projektováním výrobních systémů a optimalizací výrobního systému. Druhá část – praktická, obsahuje informace o aktuálním stavu, ve kterém se nachází strojírenský podnik, a také návrh řešení optimalizace materiálového toku na dané výrobní hale.

ANOTATION OF A MASTER THESIS

Janoš, V. *Study of Material Flows in Engineering Company : Diploma Thesis*. Ostrava: VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2015, 47s. Thesis head: Schindlerová, V.

This diploma theses has as target to find close place in productive process and after that attempt this close place eliminate with methods which we are using in projection of manufacturing process, and eliminate the unnecessary handling crane transport. Part of the work deals with the theoretical basis of literary sources, which are associated with designing production processes and optimization of the production process. The second part - a practical, contains information about the current state in which the engineering company is, as well as solution design optimization of material flow on the factory floor.

Obsah

Obsah.....	6
Seznam použitých značek a symbolů	8
Úvod.....	9
1 Teoretická východiska zadané problematiky.....	10
2 Analýza a rozbor stávajících materiálových toků v podniku.....	15
2.1 Základní informace o společnosti.....	15
2.2 Historie společnosti	15
2.3 Výrobní program / Poskytované služby	16
2.4 Aktuální dispozice výrobní haly.....	17
2.5 Současný materiálový tok.....	18
3 Metody analýzy materiálových toků	20
3.1 Analýza materiálového toku	20
3.2 Metoda šachovnicových tabulek	20
3.3 Metoda postupových schémat	21
3.4 Trojúhelníková metoda.....	21
3.5 Návrh rozmístění výroby	22
4 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků s ohledem na řešenou oblast.....	23
4.1 Vyhodnocení analýzy	23
4.2 Specifikace požadavků s ohledem na řešenou oblast	23
5 Návrhy řešení a jejich rozpracování v oblasti.....	24
5.1 Analýza materiálového toku	24
5.1 Označení všech subjektů	25
5.2 Zpracování postupných grafů	26
5.3 Sestavení šachovnicové tabulky	28
5.4 Sestavení tabulky přepravovaných materiálů	29

5.5	Znázornění pracovišť do trojúhelníkové sítě	30
5.6	Sankeyův diagram	32
5.7	Návrh rozmístění subjektů	33
6	Zhodnocení navrhovaného řešení a přínos do praxe	34
6.1	Ekonomické zhodnocení investic a úspor přinesených do praxe	34
6.2	Výpočet nákladů investic	34
6.2.1	Investice velké linky	34
6.2.2	Investice malé linky	35
6.3	Výpočet návratnosti investice	35
6.3.1	Návratnost investice velké linky	36
6.3.2	Návratnost investice malé linky	38
6.4	Schéma navrhovaného řešení	40
6.5	Zhodnocení navrhovaného řešení	42
7	Závěr	43
8	Seznam použité a studované literatury	44
9	Seznam obrázků a tabulek	46
10	Seznam grafů a příloh	47

Seznam použitých značek a symbolů

API	Americký petrolejářský institut
bal	Balík
€	Euro
Kč	Koruna česká
ML	Malá linka
Q	Objem výroby
t	tuna
TPV	Technická příprava práce
VL	Velká linka

Úvod

Analýza toku materiálu je základem při projektování právě všude tam, kde je hlavní částí výrobního procesu je pohyb materiálu, obzvláště tehdy, zda je materiál velký, těžký nebo se vyrábí ve velkých objemech, anebo tam, kde jsou náklady na dopravu a manipulaci s materiálem vysoké ve srovnání s náklady na výrobní operace či kontrolu nebo skladování.

Těžba ropy a zemního plynu, či doprava těchto médií vytvořily, nedílnou součást našeho života a většina z nás by si bez těchto surovin nedokázala představit svůj život, firmy by nedokázaly budovat a produkovat produkty, které jsou nedílnou součástí ve spotřebitelském životě.

Firmy a jejich organizační a výrobní struktury jsou ovlivněny individualizací výroby na specifickém požadavku každého zákazníka, rostoucí konkurencí, náročnost zákazníka a globalizací. Podnik je ovlivňován trhem zejména neustále se zvyšujícím spektrem sortimentu a variant výrobků v jednotlivém odvětví, zvyšuje se celistvost a omezují se čas na výrobu, výzkum a vývoj, popřípadě délka doručení k zákazníkovi.

Strojírenský podnik, ve kterém budu práci zpracovávat, je stálým výrobcem s podílem na světové výrobě švových a bezešvých trubek, které jsou využívány v těžkém průmyslu při těžbě ropy, zemního plynu.

Cílem diplomové práce je analyzovat materiálový tok ve výrobní hale a dokončujících dílnách tohoto strojírenského podniku. Navrhnout úsporná opatření jak omezit jeřábovou dopravu v závislosti na materiálovém toku, popřípadě navrhnout investice pro plynulou výrobu s minimálními manipulacemi s materiálem.

Podnik si nepřeje zveřejňovat název, proto v celé práci bude uveden obecný název – strojírenský podnik.

1 Teoretická východiska zadané problematiky

Na počátku diplomové práce popisují základní problematiku projektování výroby, materiálových toků uspořádání pracovišť spolu s organizací podniku.

Při rozebírání pohybu materiálu musíme stavět na několika činitelích, kteří tuto činnost ovlivňují, jsou to:

1. Materiál (převážně skupiny materiálu).
2. Trasy (místo výchozí a místo určení nebo průběh daného úkonu).
3. Tok (pohyb) pohyb.
 - a. Intenzita toku (množství materiálu za časový úsek na trase).
 - b. Podmínky toku materiálu.[1]

Projektování – je úkon, který se dá také charakterizovat jako výběr částí a jejich sestavení do vzájemného optimálního celku, za určitých podmínek.[2]

Dispozice – tzv. layout uplatňuje se pro vlastní uspořádání strojů, zařízení a stavebních strojů, tedy jen pro dílčí část projektu.

Mechanická výroba – v této výrobě se nemění vlastnosti látkové podstaty pracovních úkonů, ale mění se zpracovávané předměty (vzhledově, jakostně, opracováním). [3]

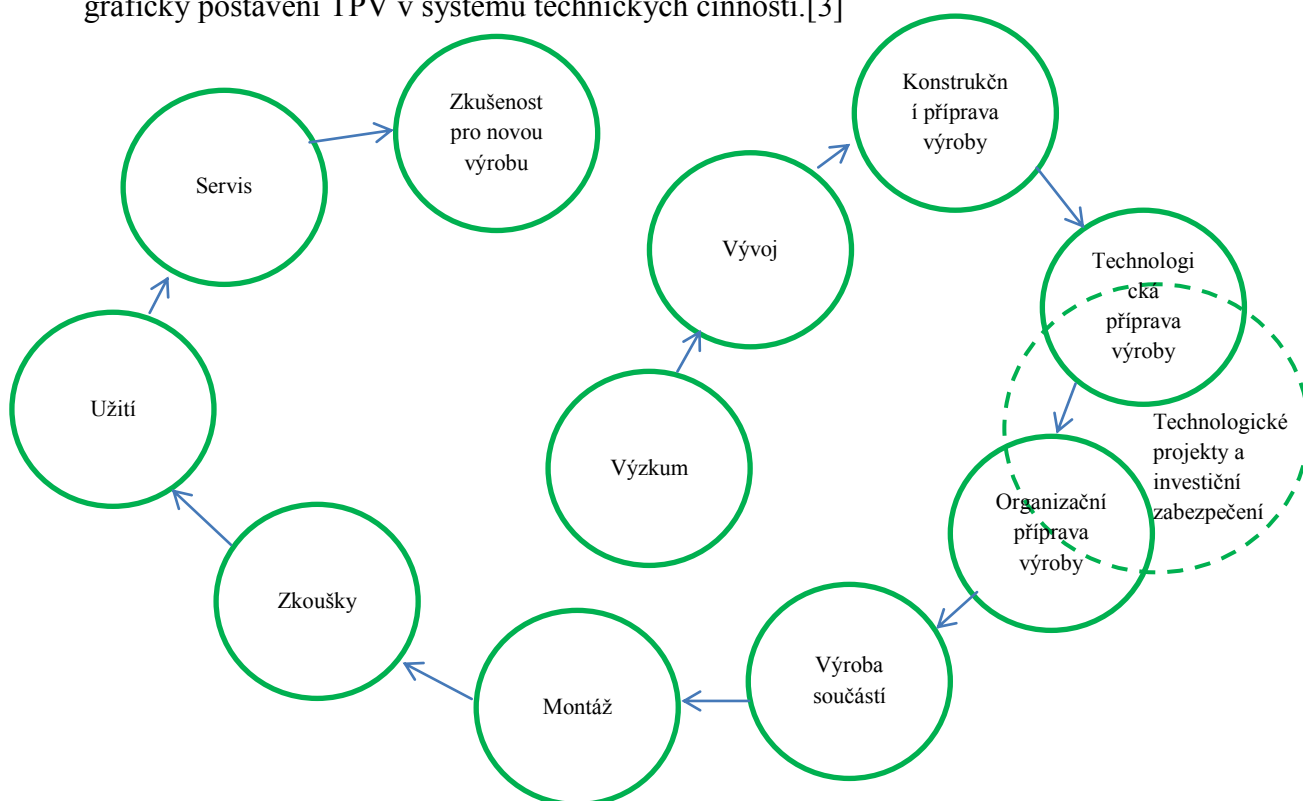
Typy výroby – podle počtu vyráběných kusů můžeme výrobu dělit do třeba skupin. Kusová, sériová a hromadná výroba. Tady se setkáme pouze s pojmy kusovou a sériovou výrobou:

-kusová výroba – vyrábí se v ní malý počet kusů různých druhů, neopakuje se pravidelně a někdy se neopakuje vůbec. Vyžaduje velikou univerzálnost strojů a vysokou kvalifikaci pracovníků. Jedná se vesměs o složité výrobky, například o části těžkého strojírenství.

-sériová výroba – charakterizujeme ji výrobou většího či menšího množství výrobků stejného druhu. Toto množství je nazýváno dávkou a jeho výroba se opakuje s určitou pravidelností. [3]

Tok materiálu – tok materiálu bývá základem mnoha projektů. Zkoumání toku materiálu se zabývá nejefektivnější sled pohybu materiálu důležitými fázemi výrobního procesu, jakož to i intenzita či rozsah takovýchto pohybů. Efektivní tok požaduje, aby se materiál pohyboval výrobním procesem progresivně a bez zbytečných oklik či protisměrných pohybů. Rozbor toku materiálu je základem projektování všude tam, kde hlavní částí výrobního procesu je pohyb materiálu, klade se důraz na to zvláště tehdy, kdy je materiál velký, těžký nebo početný, či tam, kde jsou náklady na manipulaci s nákladem vysoké. [3]

Postavení TPV v systému technických činností – technické činnosti, jako je vývoj, projektování, TPV, zlepšovatelství činnost a další, vznikaly postupně. S vývojem výrobních procesů a rozvíjející se dělbu práce se oddělovaly činnosti náročnější (odborné), a vytvářel se systém technických činností. Konstruování, technologie, normování a příprava byly postupně od výroby odděleny. Veškeré činnosti tvoří řetězec, v němž má projektování v procesu své důležité místo. Na obrázku 1 je znázorněno graficky postavení TPV v systému technických činností.[3]



Obrázek 1 – Postavení TPV v cyklu vývoje výrobku[3]

Organizace technologické projekce v rámci TPV – úkolem TPV je navrhnout konstrukci (rozměrové, tvarové, materiálové vlastnosti, technickou funkci, přesnost atd.) vyráběné součásti v nejvyšší technické způsobilosti a hodnoty, stanovit způsob jeho výroby hospodárným (technicko- hospodářské normy, způsoby a sledy operací, pracoviště, měřidla) včetně technicko organizačního projektu výroby. [3]

Technicko organizační projekt výroby – je hlavní náplní takzvaného technologického projektování. Je to soubor plánovacích, organizačních, rozborových a návrhových činností, čímž vznikne technologicko- organizační projekt výroby. [3]

Druhy dispozic (rozmístění) pracovišť - Rozlišujeme tři druhy tzv. klasických druhů dispozic. Všechny tyto tři odlišné typy ovlivňují razantním způsobem manipulaci s materiály. Jsou to tyto druhy:

1. Dispozice s pevným pracovištěm – obrázek 2

- výrobek je poměrně velký,
- poměrně malé množství,
- technologická náročnost je na nízké úrovni,
- manipulace s materiálem je většinou charakterizována jako „velká“ nebo „velmi náročná“ pro velké materiály nebo díly, jako „lehká“ pro montované díly, případně jako „příležitostná“

2. Dispozice uspořádaná podle technologického procesu – obrázek 3

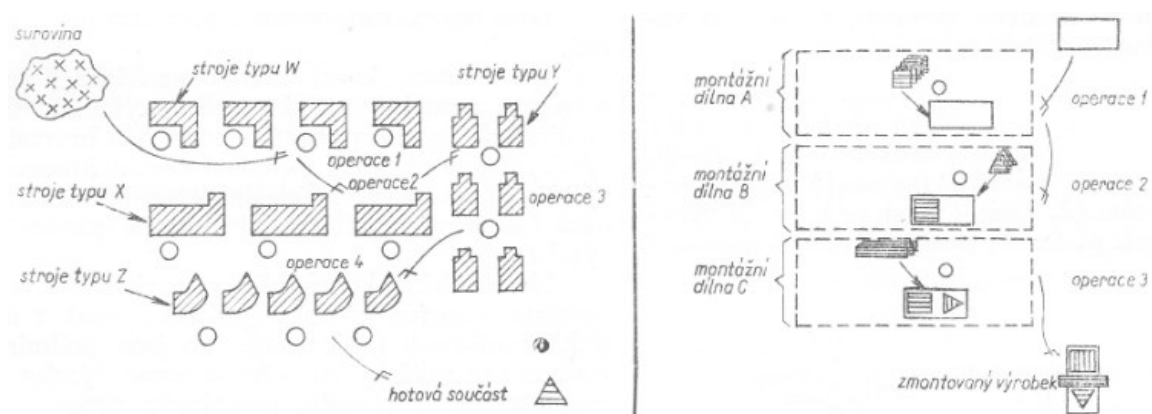
- materiál (výrobek) je poměrně různorodý,
- hustota množství je průměrná nebo malá,
- náročnost technologického postupu je vyšší,
- manipulace je chápána jako „lehká“ či „pružná“ a v případě pevného umístění jako „mnohostranná“

3. Dispozice předmětná (plynulá linková výroba) – obrázek 4

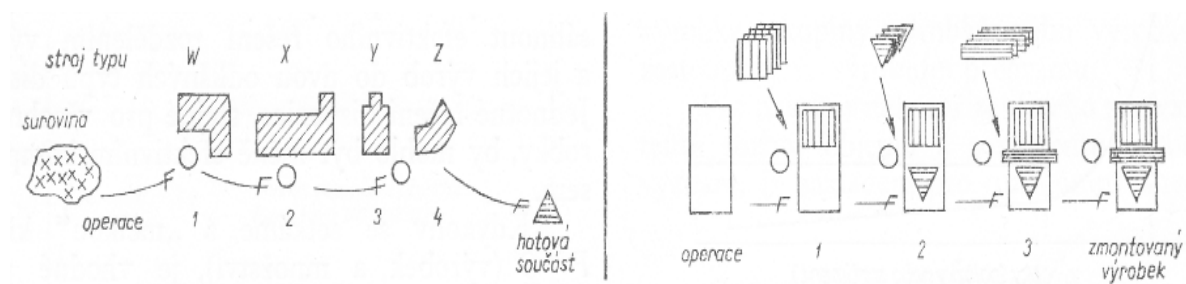
- Realizována unifikace výrobku,
- Poměrně velký přepravovaný objem,
- Technologická náročnost je poměrně jednoduchá
- Manipulace zpravidla charakterizována jako „pevná“, „přímá“ a poměrně „plynulá“



Obrázek 2 – Pevná dispozice [2]



Obrázek 3 – Dispozice uspořádaná podle technologického procesu [2]



Obrázek 4 – Dispozice předmětná [2]

2 Analýza a rozbor stávajících materiálových toků v podniku

2.1 *Základní informace o společnosti*

Společnost je jedním z největších výrobců trubek v České republice. Nosným výrobním programem závodu jsou bezešvé trubky válcované na dvou tratích. Podnik vyrábí tyto provedení trubek - hladké, závitové, přírubové a olejářské. Trubky na výrobních tratích jsou vyráběny pouze z plynule odlévaných předlitků. Nejnáročnějším výrobkem jsou bezešvé trubky olejářské - pažnicové, čerpací, vrtné a naftovodné. Od poloviny 20. století je závod oprávněn označovat olejářské trubky monogramem Amerického Petrolejářského Institutu – API. Kromě běžných API závitů dodává závod i pažnicové a čerpací trubky s plynotěsným závitovým spojem.[5]

2.2 *Historie společnosti*

První polovina 20. století – začala se psát historie současně jedné z největších hutních společností v ČR. Tehdy strojírenský podnik, v důsledku omezeného rozvoje vzhledem k umístění ve městě, započaly výstavbu svého závodu v dalším místě Moravskoslezského kraje.

1947 – 1948 – bylo přijato rozhodnutí o výstavbě hutního kombinátu, tehdy stále ještě jako součást strojírenského podniku.

1951 – došlo k osamostatnění a vznikl národní podnik.

1951 – 1958 – první etapa existence podniku. Celý kombinát tvořilo pět koksárenských baterií, dvě vysoké pece včetně liciho stroje, čtyři siemens-martinské a pět hlubinných pecí, blokovna, válcovna trub, slévárna šedé litiny a část elektrárny včetně vodohospodářství.

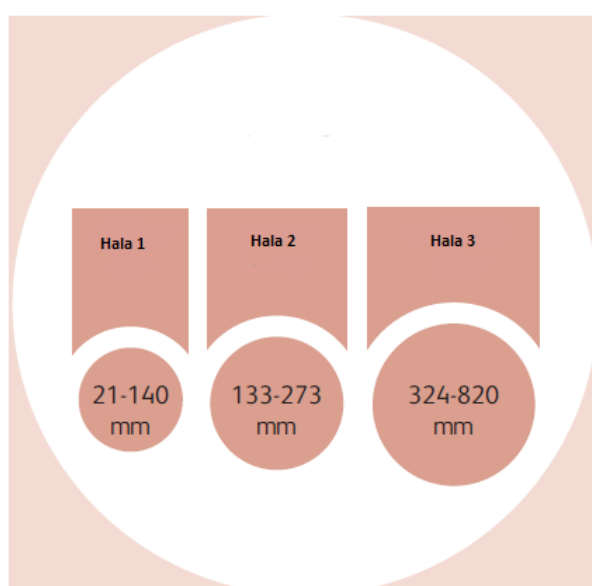
1989 – došlo ke změně názvu na státní podnik. S touto změnou se pojí další významné technologické události, zejména přechod od odlévání oceli do ingotů k plynulému odlévání oceli.

2003 – koncem ledna nastal zlom, když ředitel jedné nadnárodní společnosti, jehož strategie je založena především na restrukturalizaci a modernizaci upadajících oceláren, koupil v rámci privatizace tento strojírenský podnik a zhruba v polovině dubna vznikl podnik na celosvětové úrovni.

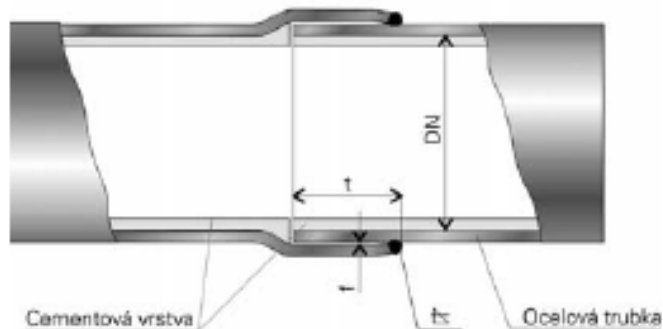
2006 - nejdiskutovanějším tématem ocelářského světa se stala snaha majitele tohoto podniku o převzetí celosvětového gigantu. Koncem června tohoto roku oznámila rada oné světové dvojky sloučení s tímto strojírenským podnikem a vznikl tak světový gigant, v důsledku čehož se změnil i název této moravskoslezské společnosti na dnešní strojírenský podnik.[5]

2.3 *Výrobní program / Poskytované služby*

Nosným výrobním programem závodu jsou bezešvé trubky válcované na dvou válcovacích tratích v provedení trubek hladkých, závitových, přírubových a olejářských. Trubky na válcovacích tratích jsou vyráběny pouze z plynule odlévaných předlitků. Nejnáročnějším výrobkem jsou bezešvé trubky olejářské - pažnicové, čerpací, vrtné a naftovodné. Bezešvé trubky jsou vyráběny na dvou tratích v rozmezí vnějšího průměru trubky od 21,3 mm do 273,1 mm. Trubky svařované se šroubovicovým svarem jsou vyráběny na automatických svařovacích strojích v rozměrovém rozsahu od 323,9 mm do 820 mm. Trubky jsou vyráběny podle světových standardů (ISO, EN, API, DIN, ASTM, NF, BS, GOST, ČSN, atd.).[6]



Obrázek 5 – Jednotlivá rozpětí vyráběných trubek



Obrázek 7 – Hrdlové trubky



Obrázek 6 – Vyrobené, hotové trubky Ø 273 mm

2.4 *Aktuální dispozice výrobní haly*

Výrobní hala 1. tohoto závodu se nachází v areálu strojírenského podniku v Moravskoslezském kraji. Dělí se na dílčí části – Válcovací trať, na to navazují úpravny válcovaných trubek (Velká a malá linka), zušlechťovna, lakovací linka a výpravna (expedice).

Válcovací trať obsahuje souvislý materiálový tok od pece přes děrovací hladící a kalibrovací stroje na chladníky.

Po dokončení válcování se přes chladníky přesouvají trubky pomocí válečkových drah na úpravny, kde se zarovnávají konce trubek, zjišťují vady na defektoskopii a značí se razíci strojky a signovací barvou.

Po úpravě trubek v úpravnách pokračují dle zakázky trubky dále na zušlechťovnu či lakování, nebo rovnou na expedici.

Veškeré přesuny mezi stroji na úpravnách na lakovací linku, zušlechťovnu a expedici obstarává několik jeřábů soustředěných nad severní částí haly.

2.5 *Současný materiálový tok*

Výrobní program firmy se skládá ze sériové výroby na zakázku, nelze tedy s určitostí říct, jaký materiálový tok je nejideálnější. Při sestavování úpraven se nedbalo na plynulý materiálový tok, ale při nové investici se ustavil nový stroj v podstatě tam, kde bylo místo. Také v dobách minulých nebylo takové spektrum výrobků dodávaných zákazníkům, ale vyrábělo se méně druhů výrobků. Také to má dopad na dnešní zvýšení chaosu při dopravě trubek mezi stroji. Schéma výrobní haly a úpraven velké a malé linky je uvedeno v příloze A.

Objem výroby

Z firemního programu jsem si vyhledal záznamy o objemech výroby za rok 2014. Jeho výčtem si sestavím seznam nejvíce válcovaných programů a také jeho nejideálnější tok. Objemový tok výroby je uveden v tabulce 1. V tabulce jsou uvedeny počty balíků z důvodu další potřeby při vyjádření nadbytečné jeřábové manipulace.

Tabulka 1 - Objem výroby nejobjemnějších výrobků VL v za rok 2014

Typ	Q [bal]	Hmotnost [t]
Černé VL – Tuzemsko	2 348	7 966
Černé VL – Export	8 187	14 287
Černé VL – Export Ražené	17 490	30 323
Pažnice	92	328
Naftovodné VL	8 169	20 116

Tabulka 2 - Objem výroby nejobjemnějších výrobků ML za rok 2014

Typ	Q [bal]	Hmotnost [t]
Černé ML – Tuzemsko	2 375	11 402
Černé ML – Export	452	2 170
Černé ML – Export Ražené	1 809	8 683
Naftovodné ML	1 984	6 884

3 Metody analýzy materiálových toků

Účelem této kapitoly je teoretické seznámení se zadanou problematikou použitou v diplomové práci. Postupně bude představena analýza materiálového toku a charakteristiky použitých metod.

Analýza toku materiálu je základem při projektování právě všude tam, kde je hlavní částí výrobního procesu je pohyb materiálu, obzvláště tehdy, zda li-je materiál velký, těžký nebo se vyrábí ve velkých objemech, anebo tam, kde jsou náklady na dopravu a manipulaci s materiálem vysoké ve srovnání s náklady na výrobní operace či kontrolu nebo skladování.[11]

Analýzy byly zpracované dlouhodobým pozorováním a zjištěním interních informací ve strojírenském podniku. Při vypracovávání bylo postupováno dle znalosti z projektové oblasti.

3.1 Analýza materiálového toku

Při rozboru toku materiálu je zkoumán nejefektivnější sled materiálového pohybu nutnými fázemi procesu ve výrobě, jakož to i intenzita nebo rozsah takovýchto pohybů. Tok, který má být efektivní vyžaduje, aby materiál postupoval výrobními procesy progresivně, tzn. bez zbytečných oklik a zpětných pohybů se neustále pohyboval kupředu k dokončení výrobku.[2]

3.2 Metoda šachovnicových tabulek

Šachovnicová tabulka neboli tabulka „odkud – kam“ je seřazena do svislé a vodorovné osy. V každém okýnku je zaznamenán pohyb operací následovně od první k druhé. Do tabulky zaznamenáváme pohyb každého výrobku a po sestrojení této tabulky získáváme přehled o každém pohybu daného výrobku a o tom odkud a kam putuje. [1,2]

Následuje sestavení tabulky s přepravovaným objemem mezi jednotlivými pracovišti. Všechny objemy jsou seřazeny sestupně, dle objemu od největšího po nejmenší.

U této metody hraje menší roli to, kolik materiálu mezi pracovištěm postupuje směrem dopředu a kolik nazpět, v této tabulce se udává celkový součet materiálu přepraveného mezi daným pracovištěm.[2]

3.3 *Metoda postupových schémat*

Metoda objasňuje materiálový tok, ve které se zobrazuje najednou více sortimentů. Tabulka se skládá s pracovišť (zařízení) v logickém sledu za sebou a v následujících sloupcích jsou znázorněny technologické operace. Jednotlivý sled událostí je znázorněn z čísla operace v kroužku, a z šipek, které znázorňují směr, kterým se jednotlivé operace ubírají.

Tabulka je vytvořena k přesnému zaznamenání aktuálnímu stavu toku materiálu při určitém sortimentu výrobků. [3]

3.4 *Trojúhelníková metoda*

Trojúhelníková metoda se používá tehdy, nachází-li se v řešeném projektu jeden druh vztahu (je to například objemové množství přepravovaného materiálu mezi danými pracovišti), který je upřednostňován, a ostatní druhy informací můžeme vypustit. Tedy principem téhle metody je minimalizování manipulací mezi pracovišti. [3]

Popis základního postupu metody trojúhelníkové:

1. Všechny objekty, které se budou rozmísťovat, musí být označeny, číslky nebo znaky.
2. **Šachovnicová tabulka** – sestavení této tabulky na základě vztahu přepravovaného objemu sortimentů.
3. **Tabulka přepravovaného materiálu** – ta je sestavena z tabulky základních vztahů, je seřazena a sestavena postupně dle množství manipulačního materiálu. Dále určíme prioritu pro každý tok zvláště a na základě priorit se rozdělí dle tabulky 3 viz níže.

Tabulka 3 – Označení priorit [2]

Označení důležitosti	Slovní označení	Barevné vymezení intervalů
A	Absolutně nutná	Červená
E	Eminentně nutná	Oranžová
I	Imperativní (důležitá)	Zelená
O	Obvyklá	Modrá
U	Nevýznamná	Fialová
X	Nežádoucí	Hnědá

4. **Trojúhelníková síť** – do této sítě rozmístíme jednotlivá pracoviště dle logického sledu a logické úvahy. Nejdříve se pracoviště rozdělí podle nejintenzivnější vazby (největšího manipulačního množství). Dále se podle manipulačního objemu sestaví příslušné pracoviště.
5. **Návrh rozmístění pracovišť** – dle úpravy trojúhelníkové sítě, je posledním krokem návrh rozmístění pracovišť.

3.5 Návrh rozmístění výroby

Před návrhem je zapotřebí obstarat informace pro návrh konečné výroby, kterými jsou: výkresy finálního výrobku, plány a prognózy výroby, postupy nutné k dodržení technologie výrobku.

Pro rozmístění výroby je zapotřebí mít zpracované předchozí metody optimalizace materiálového toku a také vyhodnocení dopravních, technologických či ostatních vazeb pomocí výše určených metod. Rozhodnutí na základě těchto metod dohromady s vypočtenými kapacitními výpočty jsou snadnější pro rozhodování návrhu výroby.

4 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků s ohledem na řešenou oblast

Kapitola 4 obsahuje vyhodnocení analýzy materiálového toku, následným definováním problémů a stanovení cílů, kterých má práce dosáhnout.

Pro nejdetailnější analýzu byla zapotřebí úzká spolupráce s provozními mistry daného úseku, kde docházelo ke konzultacím a předávání informací ohledně technologie výroby, materiálových toků a dalším vlivům ve výrobě. Po vyřešení těchto vlivů mohla být analýza výrobní haly důkladně zpracována.

4.1 Vyhodnocení analýzy

Po důkladném provedení analýzy materiálových toků, jsme přišli na určité nedostatky v manipulaci s materiálem mezi jednotlivými stroji, které by bylo zapotřebí odstranit. Odstranění nadbytečných manipulací docílíme tak, že zpracujeme trojúhelníkovou síť, na jejím základě sankeyův diagram, který nám určí, jak by měla daná dispozice vypadat.

4.2 Specifikace požadavků s ohledem na řešenou oblast

Cílem tedy bude navrhnout dispozici pro takový stav, aby byl čas potřebný pro manipulaci s materiálem a také počet těchto manipulací omezen na co nejmenší počet, nebo byl úplně odstraněn. Novou dispozici získáme sestrojením Sankeyho diagramu, který sestrojíme z trojúhelníkové sítě. Následně dle nové dispozice, budu schopen ekonomicky vyjádřit novou situaci, a znázornit tak její přínos do praxe na základě odhadované ceny investice.

5 Návrhy řešení a jejich rozpracování v oblasti

Navazujeme na předešlou kapitolu (metody projektování). Metoda se nadále zabývá již samotným návrhem a vyřešením nové dispozice. Novým řešením dispozice bude tedy reorganizace aktuální dispozice haly.

5.1 *Analýza materiálového toku*

Materiálový tok byl zpracován do analýzy za pomoci určitých metod, které jsou rozepsané v předešlé kapitole.

Chronologicky byly zpracovány následující kroky.

1. Označení všech objektů.
2. Zpracování metody postupných schémat.
3. Sestavení šachovnicové tabulky.
4. Rozmístění pracovišť do trojúhelníkové sítě.
5. Sankeyův diagram.
6. Návrh rozmístění pracoviště.

5.1 Označení všech subjektů

Tabulka 4 – Označení objektů na VL

0	Taška za rovnačkou
1	Upichovací stroje 1 - 4
2	Rozpichovací stroje 1 - 2
3	Revizní rošt VL
4	NDT - Rotomat 4
5	Reika 1
12	UV lakovací linka
13	Transportní vozík 1
14	Transportní vozík 2
15	NDT - Rotomat 3
16	Expediční místo

Tabulka 5 – Označení objektů na ML

6	Taška chladníků redukovny
7	Rovnačka 1 + Frézy 1,2
8	Rovnačka 2 + Frézy 3,4
9	Revizní rošt ML
10	NDT - Defektomat 1
11	Reika 2
12	UV lakovací linka
16	Expediční místo

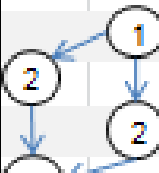
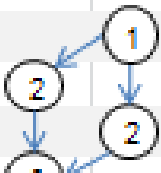
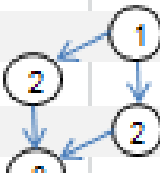
5.2 Zpracování postupných grafů

Po označení pracovišť použijeme metodu postupných schémat pro znázornění přesunu výrobku halou.

Tabulka 6 – Metoda postupných schémat pro Velkou linku

typ sortimentu		Černé VL - Tuzemsko	Černé VL - Export	Černé VL - Export Ražené	Pežnice	Naftovodné VL
tuny		4681 t	5315 t	30852 t	329 t	20116 t
č.p.	stroj					
1	Upichovací stroje 1 - 4					
2	Rozpichovací stroje 1 - 2					
3	Revizní rošt VL					
4	NDT - Rotomat 4					
5	Reika 1					
6	Taška chladičů redukovny					
7	Rovnačka 1 + Frézy 1,2					
8	Rovnačka 2 + Frézy 3,4					
9	Revizní rošt ML					
10	NDT - Defektomat 1					
11	Reika 2					
12	UV lakovací linka					
13	Transportní vozík 1					
14	Transportní vozík 2					
15	NDT - Rotomat 3					
16	Expediční místo					

Tabulka 7 – Tabulka postupných schémat pro Malou linku

typ sortimentu		Černé ML - Export	Černé ML - Export Ražené	Naftovodné ML
tuny		11998 t	8683 t	6884 t
č.p.	stroj			
1	Upichovací stroje 1 - 4			
2	Rozpichovací stroje 1 - 2			
3	Revizní rošt VL			
4	NDT - Rotomat 4			
5	Reika 1			
6	Taška chladičů redukovaný			
7	Rovnačka 1 + Frézy 1,2			
8	Rovnačka 2 + Frézy 3,4			
9	Revizní rošt ML			
10	NDT - Defektomat 1			
11	Reika 2			
12	UV lakovací linka			
13	Transportní vozík 1			
14	Transportní vozík 2			
15	NDT - Rotomat 3			
16	Expediční místo			

5.3 Sestavení šachovnicové tabulky

Tabulka 8 – Šachovnicová tabulka

[illegible]

5.4 Sestavení tabulky přepravovaných materiálů

Na základě šachovnicové tabulky je sestavená následující tabulka přepravovaného materiálu. Objemy jsou získané z jednotlivých přesunů a každá hodnota je součtem dopravovaného materiálu na daném materiálovém toku. [11]

Dopravní cesty jsou seřazené pod sebou, sestupně podle přepravovaného objemu. Podle objemu jsou jednotlivým cestám přiřazené stupně důležitosti, aby se při dalších postupech vědělo, které pracoviště jsou nejdůležitější.

Tabulka 9 – Tabulka přepravovaného materiálu pro Velkou linku

Odkud		kam	množství [t]	balíky [ks]	skupina
3	→	4	46107	12808	A
2	→	3	42392	11776	A
1	→	2	41095	11775	A
5	→	16	30852	8570	A
12	→	16	27000	7500	E
4	→	5	21367	5935	E
4	→	12	16831	4675	E
1	→	3	12978	3605	E
4	→	16	6612	1837	I
3	→	16	4681	1300	I
3	→	12	3285	913	I
3	→	13	329	91	O
13	→	15	329	91	O
14	→	5	329	91	O
15	→	14	329	91	O

Tabulka 10 – Tabulka přepravovaného materiálu pro Malou linku

Odkud		kam	množství [t]	balíky [ks]	skupina
9	→	10	22255	6731	A
8	→	9	16073	3215	A
6	→	8	16073	3215	A
11	→	16	8683	1737	E
6	→	7	8654	1731	E
7	→	9	8654	1731	E
10	→	12	6884	1377	E
10	→	11	3373	675	I
12	→	16	2700	540	I
9	→	7	2472	494	I
10	→	16	596	119	O

Legenda:

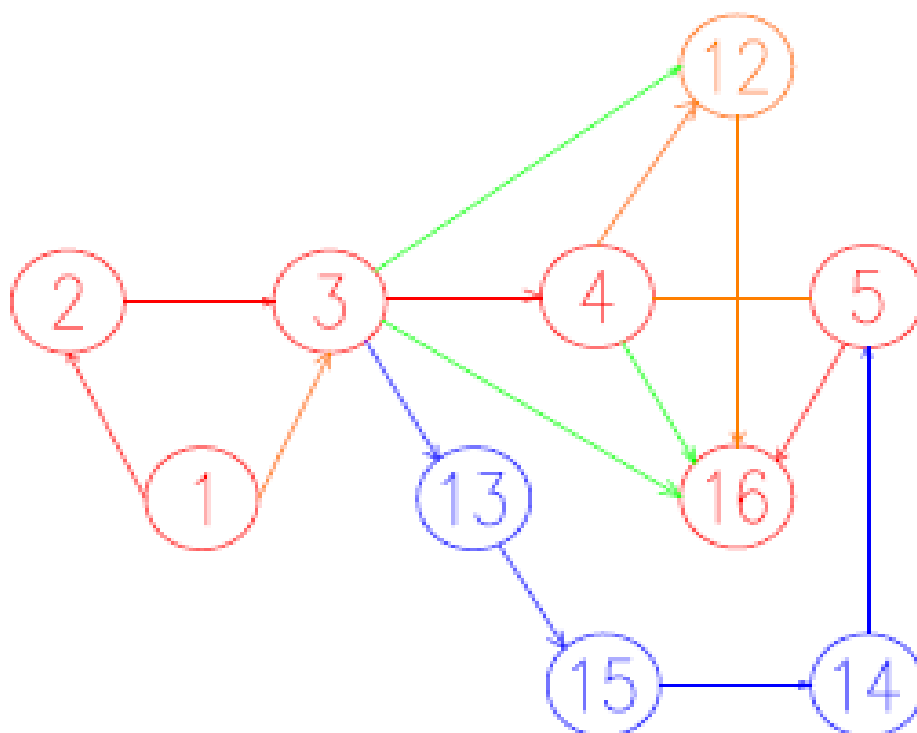
- A – absolutně nutná
- E – eminentně nutná
- I – imperativní (důležitá)
- O - obvyklá
- U – nevýznamná

Tabulka 11 – Intervaly rozpětí skupin

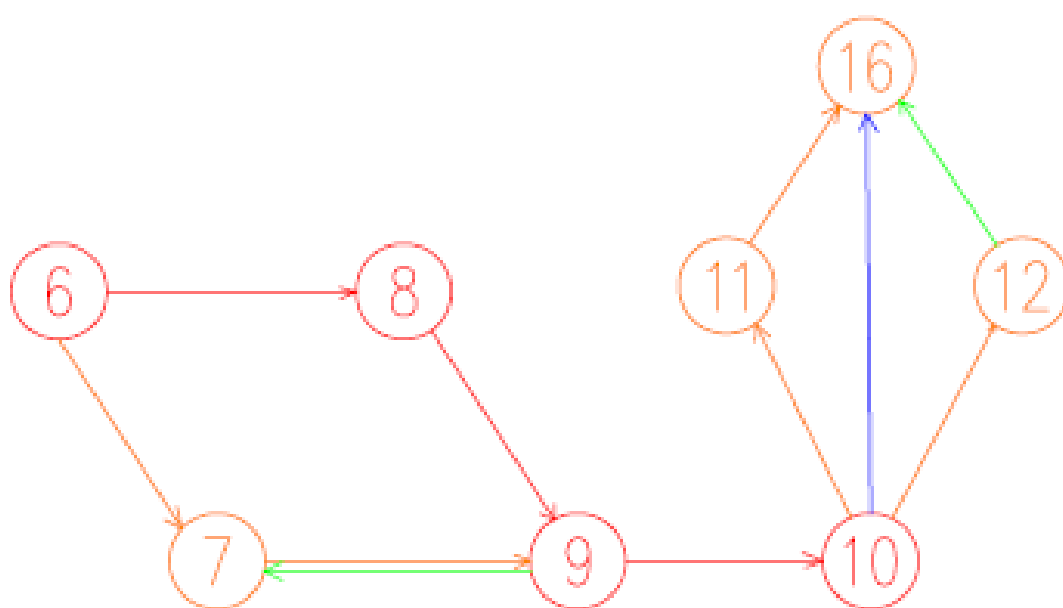
	ML (t)	VL (t)
A	22255 – 16073	46107 – 30852
E	8683 – 6884	27000 – 12978
I	3373 – 2472	6612 – 3285
O	596 – 0	329 – 0

5.5 Znázornění pracovišť do trojúhelníkové sítě

V tomto bodu je úkolem zpracování trojúhelníkové sítě, kterou vytvoříme z podkladů tabulky přepravovaného materiálu (Tabulka 8 a Tabulka 9). Rozmísťování se vytváří na základě vzájemného propojení vztahů mezi pracovišti, Větší důležitost se klade na dodržení všech druhů návazností, dle jednotlivých skupin. [4]



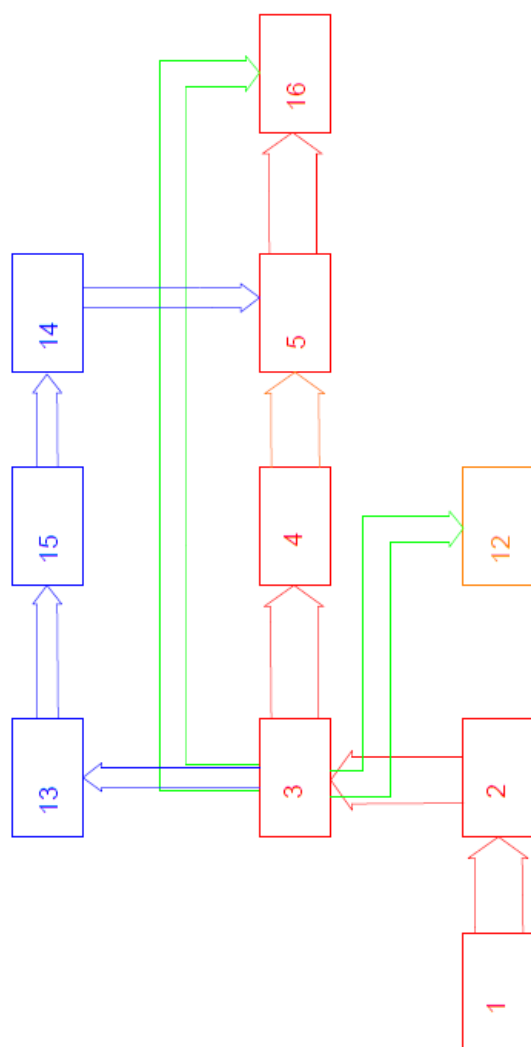
Obrázek 8 - Trojúhelníková síť pro VL



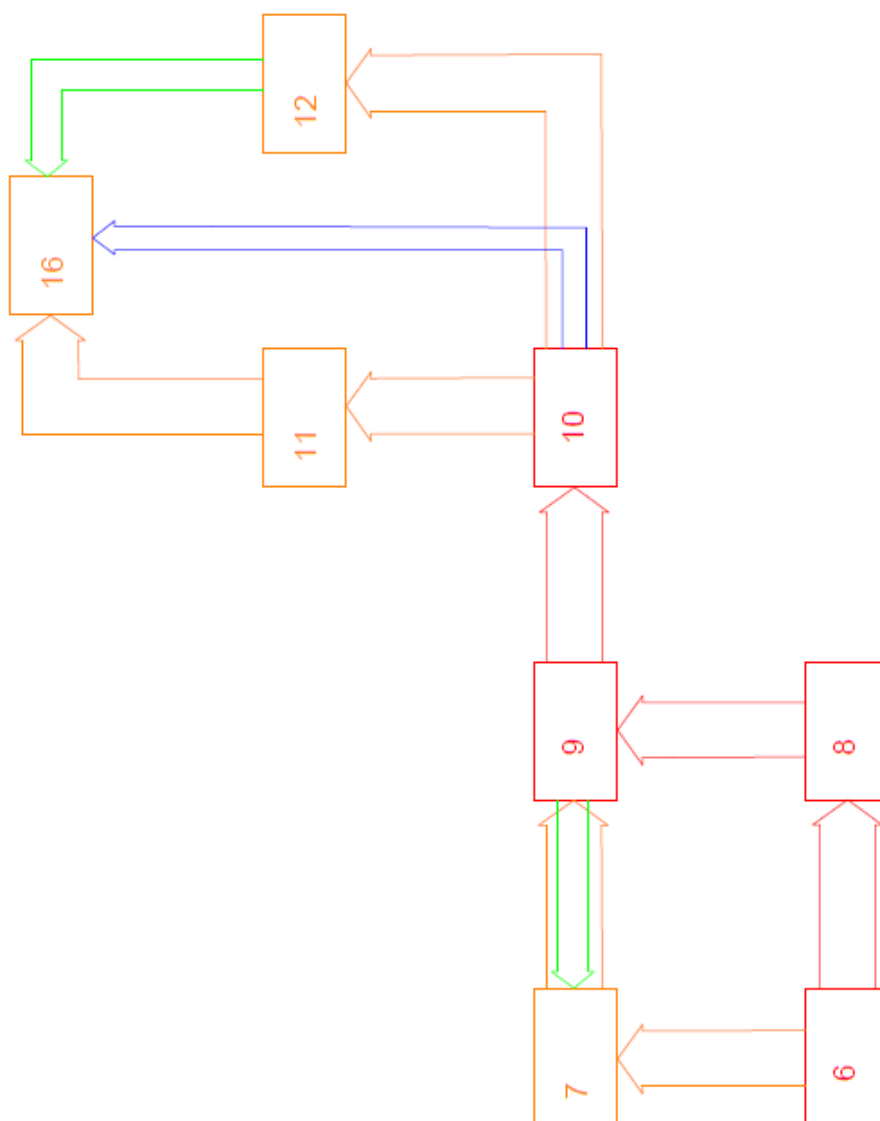
Obrázek 9 - Trojúhelníková síť pro ML

5.6 Sankeyův diagram

Diagram byl vyhotoven na základě informací o rozmístění pracovišť do trojúhelníkové sítě. Tok materiálu je znázorněn čarami, kde barva a šířka čáry souhlasí s intenzitou toku materiálu. Půdorysy pracovišť jsou znázorněny v obdélníku a v jejich středu se nachází označení jednotlivých pracovišť (viz tabulka 4 a tabulka 5). [8]



Obrázek 10 - Sankeyův diagram pro VL



Obrázek 11 - Sankeyův diagram pro ML

5.7 Návrh rozmístění subjektů

Po sestrojení Sankeyho diagramu můžeme sestrojit již konečný návrh rozmístění pracovišť. Sestrojení dispozice opět bude znázorněno do dvou kroků pro velkou a malou linku zvlášť. Při sestrojování je hlavním činitelem přímočarost toku, bez zpětných toků. Návrh rozmístění pracovišť se nachází v bodě 6.1 - obrázek 9 a obrázek 10.

6 Zhodnocení navrhovaného řešení a přínos do praxe

V kapitole zhodnocení navrhovaného řešení a přínos do praxe je zobrazeno navržené schéma po přesunutí strojů a investování do haly, a také zde vyčíslím úspory týkající se jeřábové dopravy v závislosti na investičním návrhu na úpravu stávajícího toku.

6.1 *Ekonomické zhodnocení investic a úspor přinesených do praxe*

Zde budou vypočteny náklady investic při zařazení strojních zařízení do linek a také ušetřené náklady, které se odstraní v jeřábové dopravě a ušetření za náklady na platy nadbytečným zaměstnancům.

6.2 *Výpočet nákladů investic*

Na základě výsledné dispozice, navrhujeme řešení a finanční náročnost na provedení úpravy dokončujících dílen na výrobní hale strojírenského podniku. Výpočet jsem provedl pro každou linku zvlášť.

6.2.1 *Investice velké linky*

Při projektování a řešení materiálového toku vznikl také požadavek na to, aby se nahradily stávající upichovací stroje č. 3 a č. 4 rychlořeznými pilami, které mají pojmout celou kapacitu výrobní tratě. Ale taky byl kladen požadavek na to, aby byly ponechány upichovací stroje č. 1 a č. 2, kvůli možné poruše na rychlořezných pilách. Tudíž jsem při plánování realizace investice a rozpočtu započtl do budgetu náklady pil.

V uvedené tabulce č. 10 je znázorněn hrubý odhad na základě předešlých zkušeností s investicemi.

Tabulka 12 – Finanční předpoklad investice VL

Investice pil	12 000 000 Kč
5x Válečková dráha	1 750 000 Kč
2x Nahazovače	440 000 Kč
celkem:	22 190 000 Kč

6.2.2 *Investice malé linky*

U investice malé linky bylo požadováno pouze vytvoření plynulosti materiálového toku, takže tady tvoří cenový odhad pouze přesun zařízení a dále potom dodání různých komponentů k spojení zařízení válečkovými dráhy a podobně.

Hrubý cenový odhad obdobně jako u velké linky je znázorněn v tabulce č. 11.

Tabulka 13 – Finanční předpoklad investice ML

Přemístění NDT - Defektomatu	
Rošty, instalace válečkových drah, nahazovačů	1 500 000 Kč
Elektroinstalace - kabeláž, čidla, stavební práce	500 000 Kč
Přemístění Rovnacích strojů	
Rošty, instalace válečkových drah, nahazovačů	1 500 000 Kč
celkem:	3 500 000 Kč

6.3 *Výpočet návratnosti investice*

Pro výpočet návratnosti investice jsem musel vyjádřit počet balíků, který manipulační jeřáb převezme ročně z jednoho zařízení na další. Tyto informace jsem zapsal již do tabulky 8 a tabulky 9, kde jsou zapsány informace o počtu balíků převezených za rok. Opět jsem počítal návratnost investic zvláště pro velkou i malou linku.

6.3.1 Návratnost investice velké linky

V tabulce 13 je zobrazen celkový počet manipulací, které se snažíme odstranit nebo snížit přeházením pracovišť (zařazením pracovišť do výrobních linek).

Tabulka 14 – Celkový počet manipulací pro VL

Odkud		kam	balíky [ks]
3	→	4	12808
2	→	3	11776
1	→	2	11775
5	→	16	8570
12	→	16	7500
4	→	5	5935
4	→	12	4675
1	→	3	3605
4	→	16	1837
3	→	16	1300
3	→	12	913
3	→	13	91
13	→	15	91
14	→	5	91
15	→	14	91
celkem:			65124

Z tabulky 8 jsem vyseparoval hodnoty, které nedokážu odstranit. Zůstaly tedy hodnoty, se kterými budu dál počítat (jsou to počty manipulací jeřábem, které jsem odstranil investicí). Počet balíků jsem získal rovněž z informačního systému strojírenského podniku.

Tabulka 15 – Množství odstraněných manipulací s balíky VL

Odkud		kam	množství [t]	balíky[ks]	skupina
3	→	4	46107	12808	A
2	→	3	42392	11776	A
1	→	2	41095	11776	A
1	→	3	12978	3605	E
Počet odstraněných manipulací:				39965	

Odpadla by manipulace mezi Upichovacími stroji 1-4, popřípadě rychlořeznými pilami (objem prochází stejný) a Rozpichovacími stroji 1 – 2. Dále by odpadla jeřábová manipulace mezi Rozpichovacími stroji 1 – 2, Revizním roštem a NDT – Rotomatem 4.

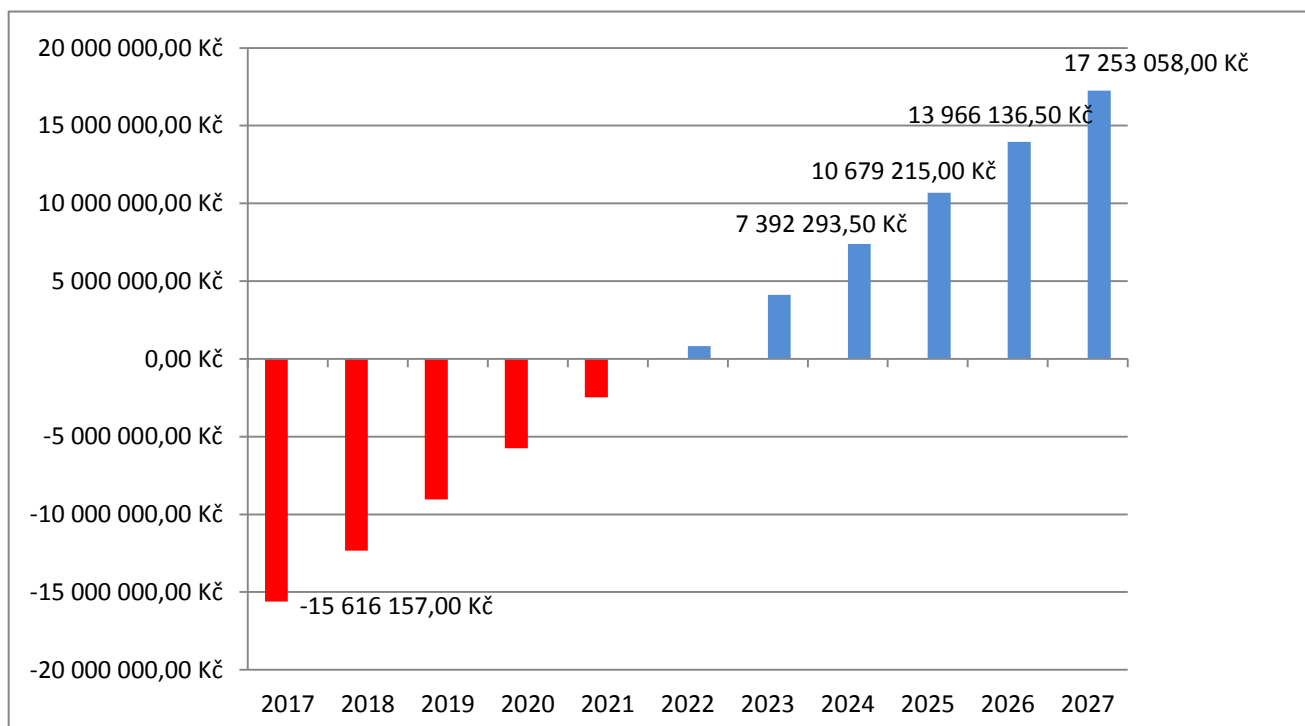
Celkově tedy odstraníme 39 965 manipulací ročně. Vedením firmy bylo stanoveno na základě platu obsluhy jeřábů, a dalších činitelů cena jedné manipulace 3 € za jednu jeřábovou manipulaci.

Při vyjadřování celkové návratnosti je nutno přepočít eura na české koruny. K dnešnímu datu je kurz eura 27,415 Kč.[12]

Částka ušetřená za manipulaci jeřábem ročně je:

Počet manipulací * sazba jedné manipulace: $39\,965 * 3 = 119\,895$ €

Pro přepočtení na české koruny (pro reálnou představu), vynásobím zjištěnou částku kurzem pro euro, viz výše: $119\,895 * 27,415 = 3\,286\,921,5$ Kč/rok.



Graf 1 – Návratnost investice pro velkou linku

6.3.2 Návratnost investice malé linky

V tabulce 15 je zobrazen celkový počet manipulací, které se snažíme odstranit respektive snížit přeházením (zařazením pracovišť do výrobní linky).

Tabulka 16 – Celkový počet manipulací ML

Odkud		kam	balíky [ks]
9	→	10	6731
8	→	9	3215
6	→	8	3215
11	→	16	1737
6	→	7	1731
7	→	9	1731
10	→	12	1377
10	→	11	675
12	→	16	540
9	→	7	494
10	→	16	119
celkem			14832

Obdobně jako u návratnosti investice malé linky, jsem z tabulky 9 vyseparoval hodnoty, které nedokážeme odstranit. Zůstaly tedy hodnoty, se kterými budu dál počítat (jsou to počty manipulací jeřábem, které jsem odstranil investicí). Počet balíků jsem získal rovněž z informačního systému InfoZ15.

Tabulka 17 – Množství odstraněných manipulací s balíky ML

Odkud		kam	množství [t]	balíky [ks]	skupina
9	→	10	22255	6731	A
6	→	8	16073	3215	A
10	→	11	3373	675	I
Počet odstraněných manipulací:				10 621	

Odpadla by manipulace mezi taškou chladníků redukovány, Rovnačkama 1-2, dále mezi NDT – Defektomatem, revizním roštem a Razícím strojem Reikou.

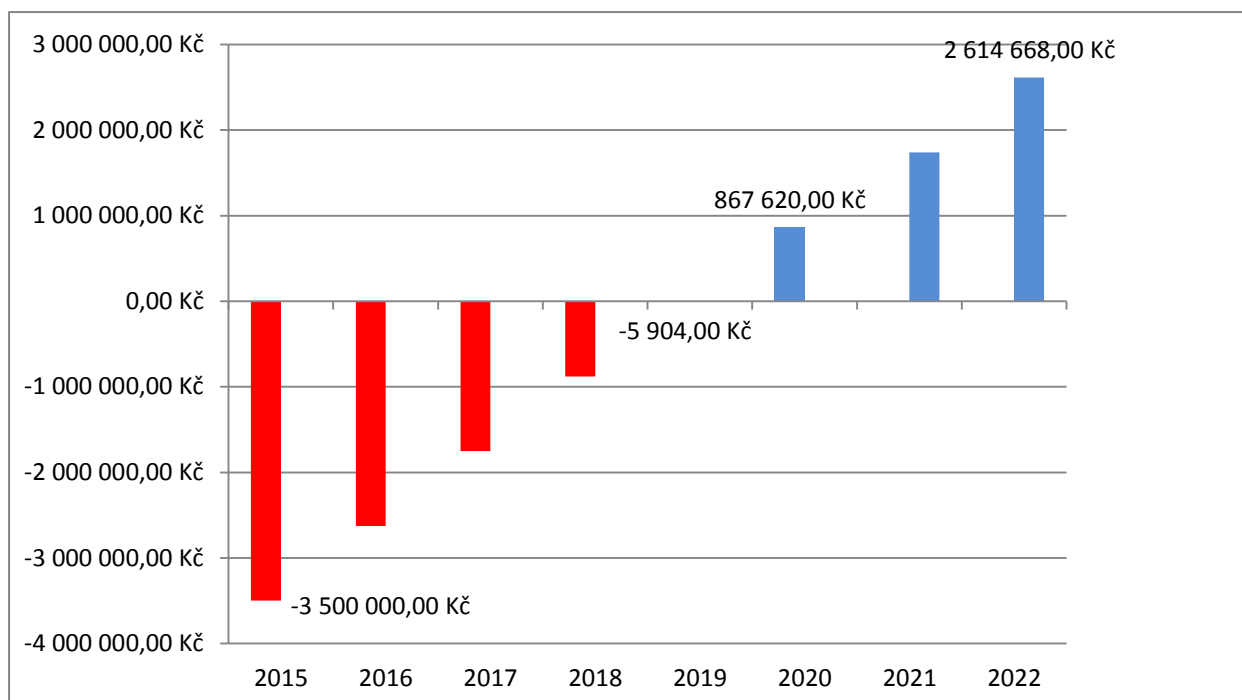
Celkově tedy odstraníme 10 621 manipulací ročně. Vedením firmy bylo stanoveno na základě platu obsluhy jeřábů, a dalších činitelů (vázači, energie,...) cena jedné manipulace 3 € za jednu jeřábovou manipulaci.

Při vyjadřování celkové návratnosti je nutno přepočít eura na české koruny. K dnešnímu datu je kurz eura 27,415 Kč.[12]

Částka ušetřená za manipulaci jeřábem ročně je:

Počet manipulací * sazba jedné manipulace: $10\,621 * 3 = 31\,863$ €

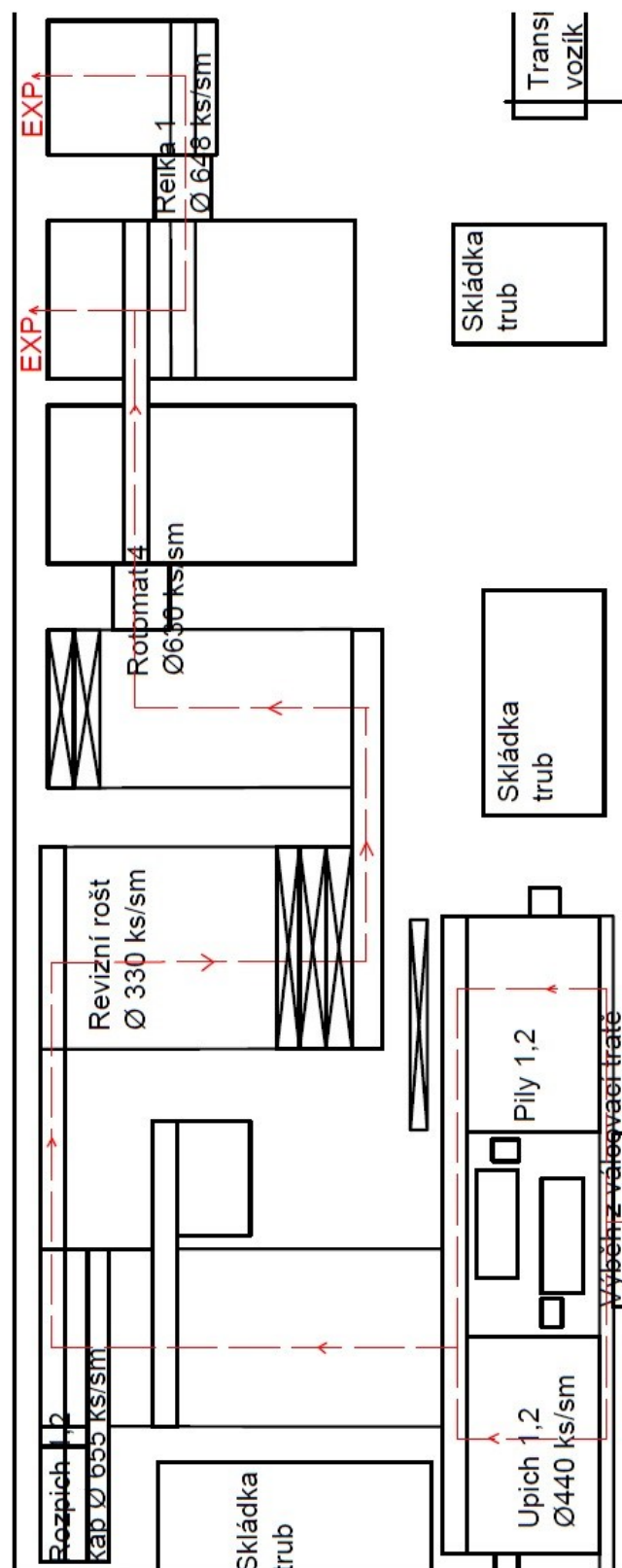
Pro přepočtení na české koruny (pro představu) vynásobíme, vypočtenou částku kurzem pro euro viz výše: $31\,863 * 27,415 = 873\,524$ Kč.



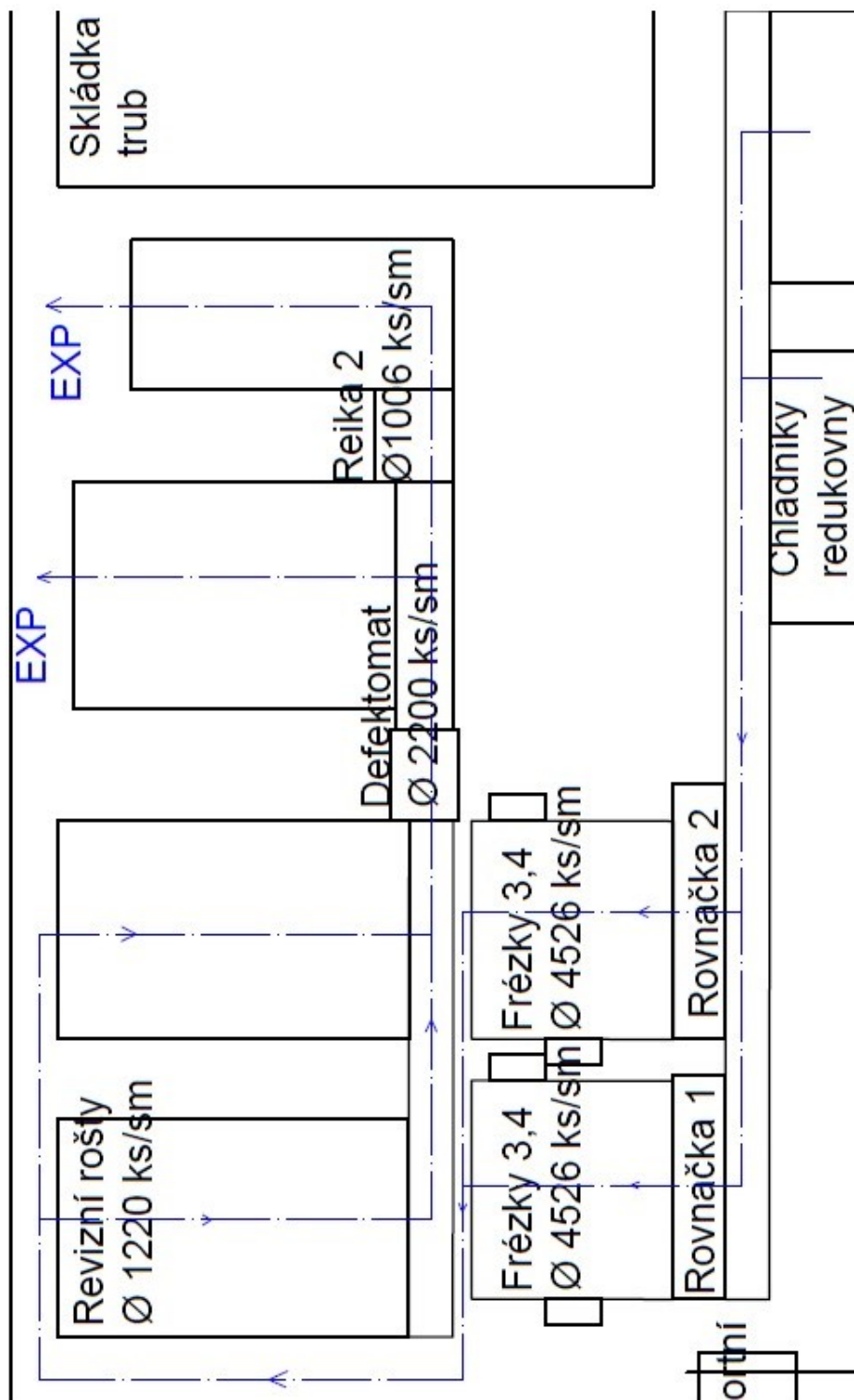
Graf 2 – Návratnost investice malé linky

6.4 Schéma navrhovaného řešení

Na následujících obrázcích jsou znázorněny schémata navrhovaných řešení pro velkou a malou linku zvláště (obrázek 9 a obrázek 10).



Obrázek 12 - Schéma navrhovaného řešení pro velkou linku



Obrázek 13 - Schéma navrhovaného řešení pro malou linku

6.5 Zhodnocení navrhovaného řešení

Po znázornění návratnosti do grafu je patrné, že investice vyplatí. Nejenom že dojde k ulehčení jeřábové dopravy a plynulosti materiálového toku. Ale investice se nám navrátí v relativně krátké době, u velké linky to bude 5 let a u malé linky 4 roky, což je v tak rozsáhlém průmyslu krok správným směrem.

7 Závěr

Diplomová práce slouží k teoretické analýze materiálového toku uvnitř strojírenského podniku, následně k navržení užitečného řešení, které by se dalo promítnout do praxe na základě ekonomických výpočtů.

Tento strojírenský podnik se vůči neustálému zlepšování konkurence snaží udržet krok s nejnovějšími novinkami v oblasti strojního obrábění, nedestruktivní kontroly a hlavně požadavků zákazníka, se snaží neustále investovat do zlepšování kvality služeb jakosti, rychlosti výroby a splnění požadavků zákazníka.

V úvodní kapitole se zabývám poznatky a charakteristikou řešeného problému. Následuje analýza současného stavu podniku, jeho působení, analýza výrobního procesu. Dále jsem se zabýval problémy a vytyčil cíle práce. Další kapitola obsahuje charakteristiku postupových metod, pomocí kterých jsem zadanou problematiku řešil. Následující kapitola obsahuje konkrétní postup řešení a následné návrhy variant, k jejichž výsledku jsme došli řešením postupových metod. Po vyřešení těchto metod byly navrženy varianty ke konečným řešením, které budou na základě dalších rozhodnutí v praxi využitelné, nakonec jsem vyčíslil finanční náročnost investice a následnou návratnost výhledově v rámci několika následujících let.

Téma diplomové práce jsem zpracovával na základě firemních interních, pracovních požadavků zaměstnavatele. Zároveň tato práce slouží ke studijním účelům. Vzhledem k postavení firmě na trhu je velice pravděpodobné, že pokud se tato práce bude zamlouvat po ekonomické stránce, tak se tato práce dočká realizace v rámci tohoto strojírenského podniku.

8 Seznam použité a studované literatury

- [1] MUTHER, R.; HAGANĀS, K., *Systematické navrhování manipulace s materiálem (S.H.A.)*, 1.vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1973. 132 s., L31-E1-IV-33/31896/VII.
- [2] MUTHER, R.; *Systematic Layout Planning*, Industrial Education Institute - Boston, 1961. 129 s. L-31-B2-IV-41/31770/II.
- [3] HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. Vyd. 3. Brno: CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-2014-2871-6.
- [4] TOMEK, G. VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd.2. Praha: Grada Publishing, Spol. s.r.o., 2000, 412 s., ISBN 80-7169-955-1.
- [5] Interní zdroj strojírenského podniku [online]. ©2015 [vid. 10-4-15].
- [6] Interní zdroj strojírenské podniku [online]. ©2015 [vid. 10-4-15].
- [7] TUČEK, D., BOBÁK R. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
- [8] SMETANA, J., VESELÝ, J. *Projektování průmyslových závodů*, Vysoká škola báňská v Ostravě, 1987, 114 s.
- [9] ZELENKA, A. KRÁL, M. *Projektování výrobních systémů*. 1.vyd. Praha: Ediční středisko ČVUT, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2.
- [10] VIGNER, Miloslav. *Projektování výrobních systémů*. dotisk . Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1984. 273 s. ISBN 04-246-84 .
- [11] SMETANA, Jiří. *Projektování technologických pracovišť*. 1. vyd. Ostrava: Ostravské tiskárny, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9 .
- [12] ČNB [online]. ©2015[vid. 15-4-15]
http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/denni_kurz.jsp

[13] VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA FAKULTA STROJNÍ. *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce. Verze G. 17 s.*

[14] ČSN ISO 690 (01 0197) Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů. Praha: Český normalizační institut, 2011, 40s.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Postavení TPV v cyklu vývoje výrobku[3]	11
Obrázek 2 – Pevná dispozice	13
Obrázek 3 – Dispozice uspořádána podle technologického procesu	13
Obrázek 4 – Dispozice předmětná	14
Obrázek 5 – Interval výrobných trubek	16
Obrázek 6 – Hrdlové trubky	17
Obrázek 7 – Vyrobené, hotové trubky Ø 273 mm	17
Obrázek 8 - Trojúhelníková síť pro VL	31
Obrázek 9 - Trojúhelníková síť pro ML	31
Obrázek 10 - Sankeyův diagram pro VL	32
Obrázek 11 - Sankeyův diagram pro ML	33
Obrázek 12 - Schéma navrhovaného řešení pro velkou linku	40
Obrázek 13 - Schéma navrhovaného řešení pro malou linku	41

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Objem výroby nejobjemnějších výrobků VL v za rok 2014	18
Tabulka 2 - Objem výroby nejobjemnějších výrobků ML za rok 2014	19
Tabulka 3 – Označení priorit [2]	22
Tabulka 4 – Označení objektů na VL	25
Tabulka 5 – Označení objektů na ML	25
Tabulka 6 – Metoda postupných schémat pro Velkou linku	26
Tabulka 7 – Tabulka postupných schémat pro Malou linku	27
Tabulka 8 – Šachovnicová tabulka	28
Tabulka 9 – Tabulka přepravovaného materiálu pro Velkou linku	29
Tabulka 10 – Tabulka přepravovaného materiálu pro Malou linku	30
Tabulka 11 – Interval rozpětí skupin	30
Tabulka 12 – Finanční předpoklad investice VL	34
Tabulka 13 – Finanční předpoklad investice ML	35
Tabulka 14 – Celkový počet manipulací pro VL	36
Tabulka 15 – Množství odstraněných manipulací s balíky VL	36
Tabulka 16 – Celkový počet manipulací ML	38
Tabulka 17 – Množství odstraněných manipulací s balíky ML	38

10 Seznam grafů

Graf 1 – Návratnost investice pro velkou linku	37
Graf 2 – Návratnost investice malé linky	39

Seznam příloh

Příloha A: Schéma aktuální dispozice výrobní haly

Poděkování

Poděkování náleží mé trpělivé vedoucí diplomové práce p. Ing. Vladimíře Schindlerové za ochotu, poskytnutí cenných rad a odborné vedení při vedení správným směrem k zpracování této diplomové práce. Dále patří poděkování p. Ing. Michaelovi Hermannovi za spolupráci a důvěru, kterou mi svěřil a nechal mě zpracovávat projekt uvnitř firmy, kde také tento projekt prezentoval a usiloval o jeho realizaci u vedení firmy. V neposlední řadě také patří díkům všem známým, rodině, přátelům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.